



TITLE:

素粒子ってなんだろう？

AUTHOR(S):

市川, 温子; 中村, 和広; 田中, 駿祐; 赤塚, 駿一; 森, 正光; 國吉, 宏一郎; 安留, 健嗣; 田島, 治; 中村, 輝石

CITATION:

市川, 温子 ...[et al]. 素粒子ってなんだろう？. 京都大学アカデミックデイ2017: 研究者と立ち話（ポスター/展示） 2017: 07.

ISSUE DATE:

2017-09-30

URL:

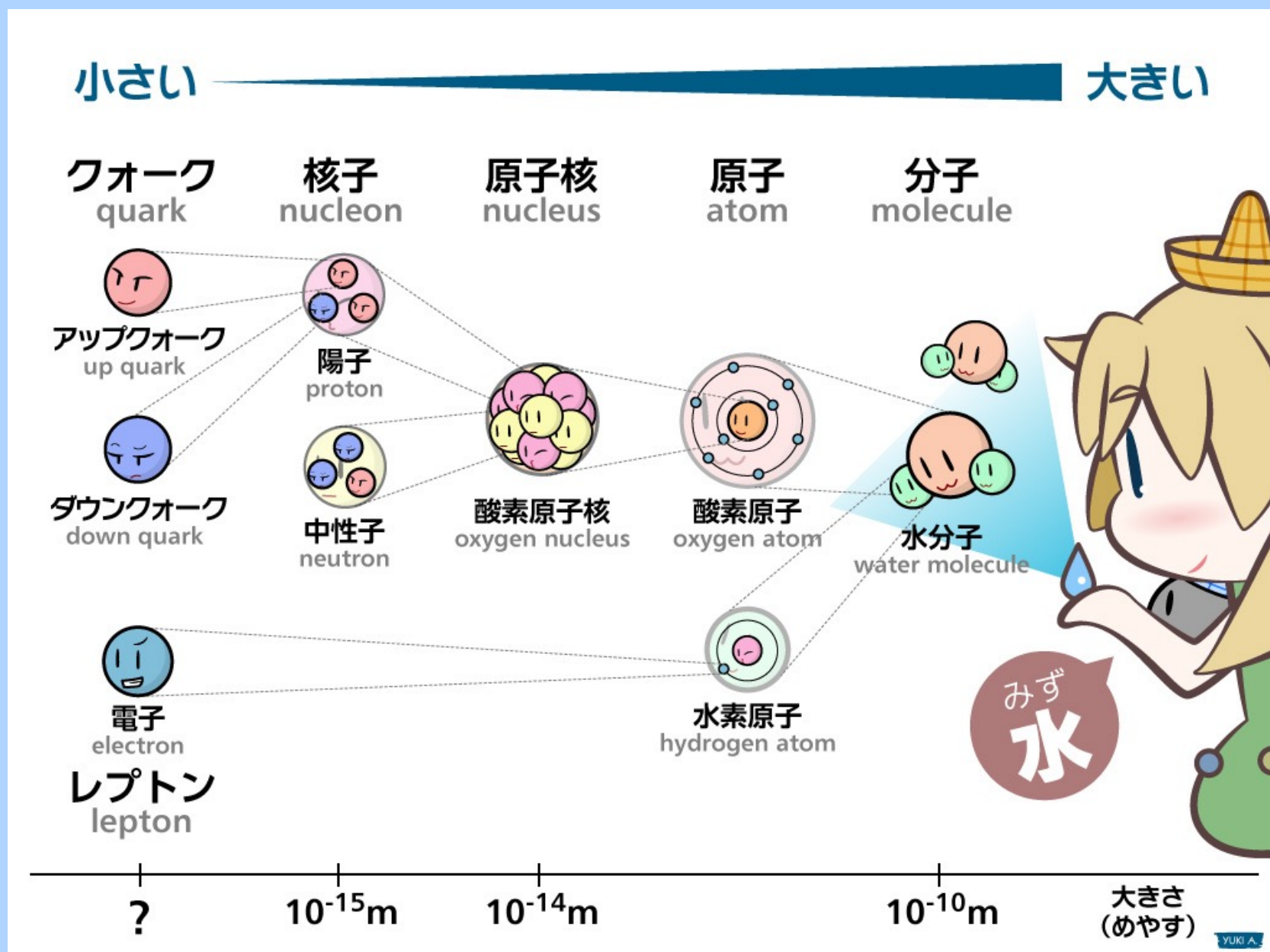
<http://hdl.handle.net/2433/227830>

RIGHT:

素粒子？ 実験？

素粒子ってなんですか？

身の回りにあるもの（なんでも！）をこれ以上ばらせないとこまで細かくした**最小単位**が素粒子です。

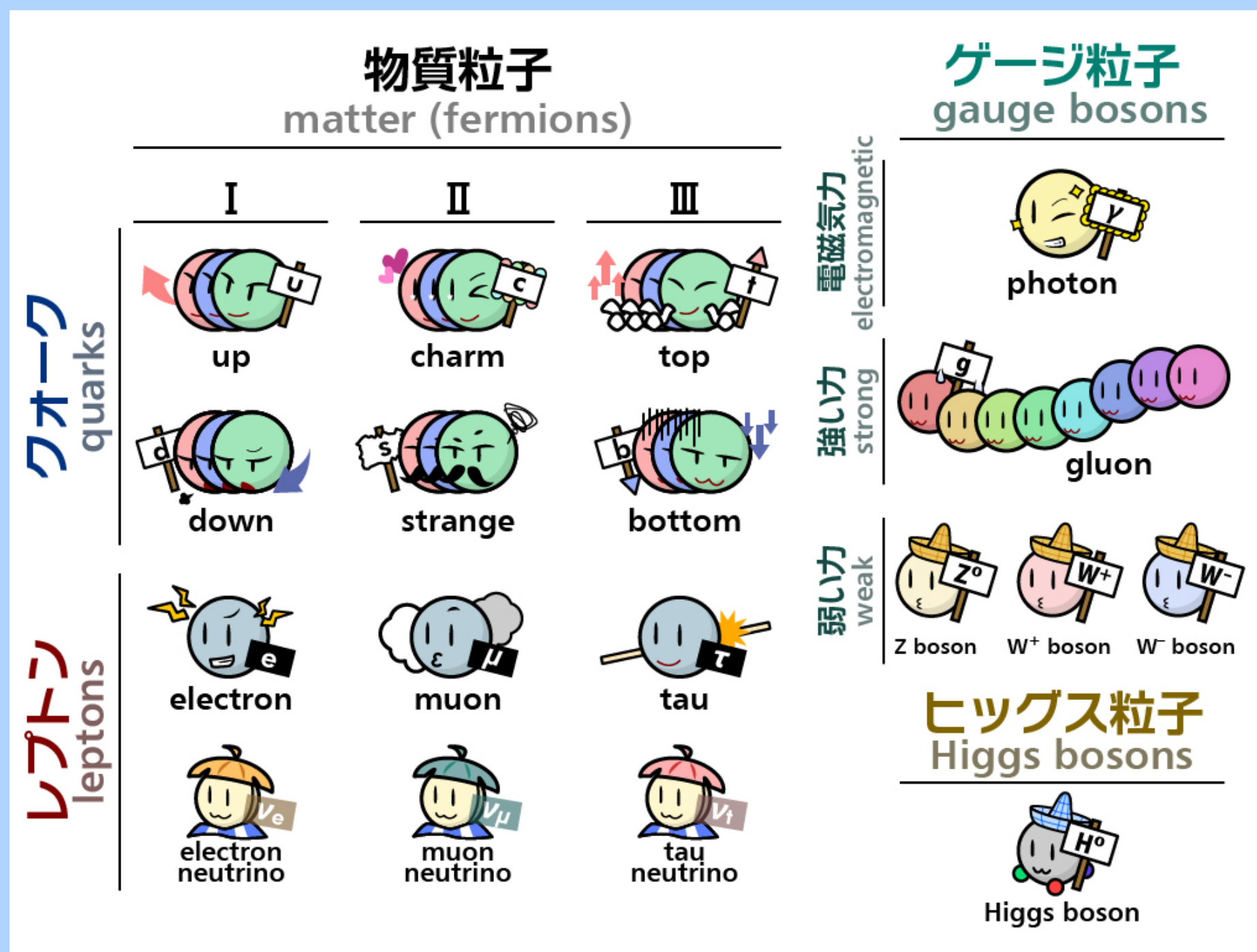


実は、世の中のほとんどのものはアップクォーク・ダウクォーク・電子の組み合わせでできています。



どんな素粒子があるの？

普段なかなかお目にかかれない素粒子が結構あります。崩壊して別の粒子に変わってしまう粒子、なんでもすり抜ける粒子、ごく一部の領域でのみ効果のある粒子、などなど。



素粒子標準模型で予言されている素粒子は2013年にヒッグス粒子が発見され、全て見つかりました。

〈イラスト 版權元〉 **Higgstan**
秋本祐希 <http://higgstan.com>
出版物 「素粒子の世界」
「素粒子実験の世界」

素粒子実験って？

これまでに様々なアイデア・装置を用いた実験によって数々の素粒子の発見、性質解明が行われてきました。理論的に予想されていたものの証明から、全く予想しないような発見まで、様々なドラマが作られてきた実験、その最先端について紹介をしていきたいと思います。

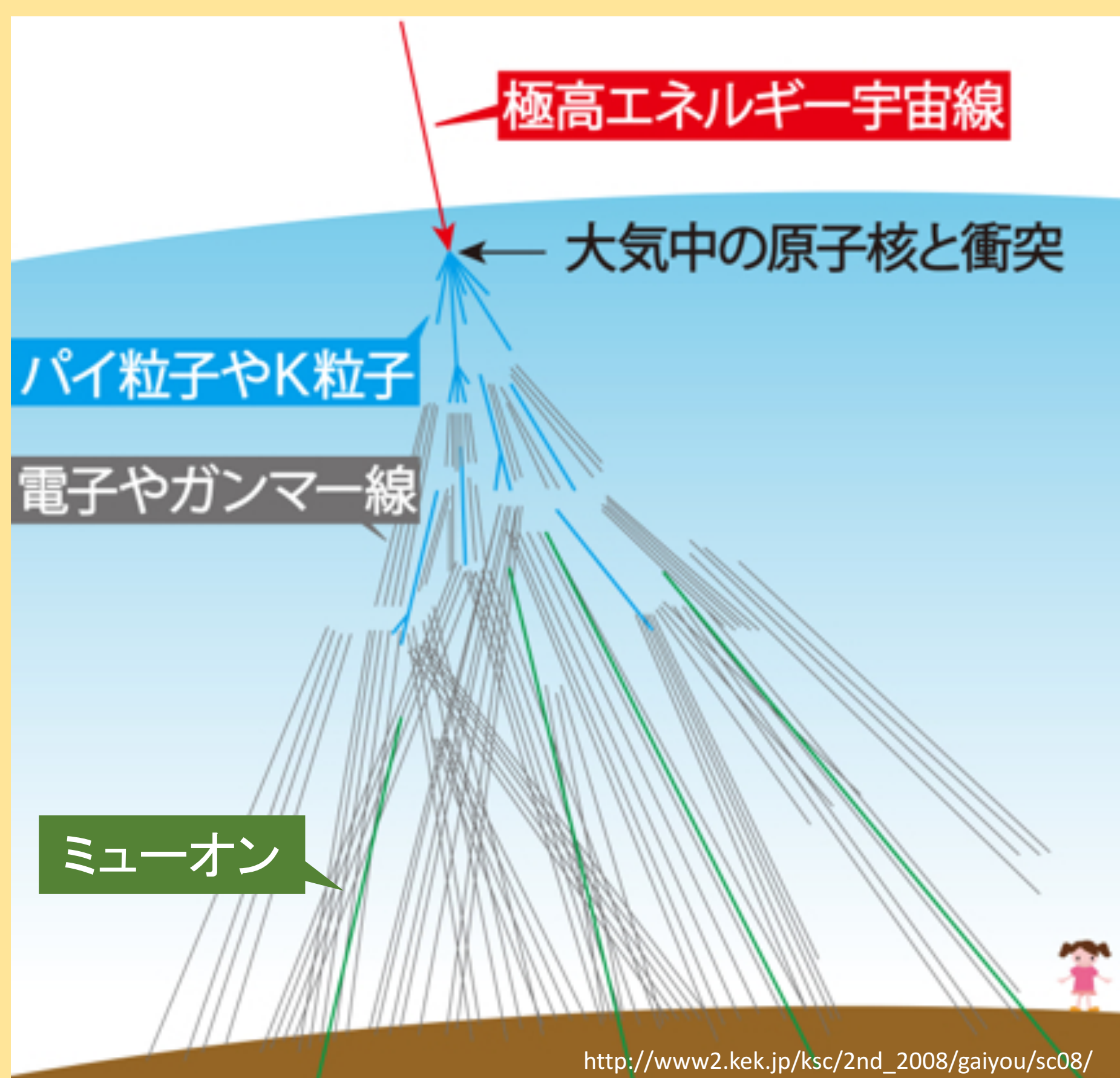
素粒子発見の年表

1897年	電子の発見
1919年	陽子の発見
1932年	中性子の発見 陽電子(反粒子)の発見
1937年	ミュー粒子の発見
1956年	ニュートリノの発見
1969年	u、d、sクォークの発見
1974年	cクォークの発見
1975年	タウ粒子の発見
1977年	bクォークの発見
1979年	グルーオンの発見
1983年	W・Zボソンの発見
1995年	tクォークの発見
2012年	ヒッグス粒子の発見

ミューオンを“見て”みよう！

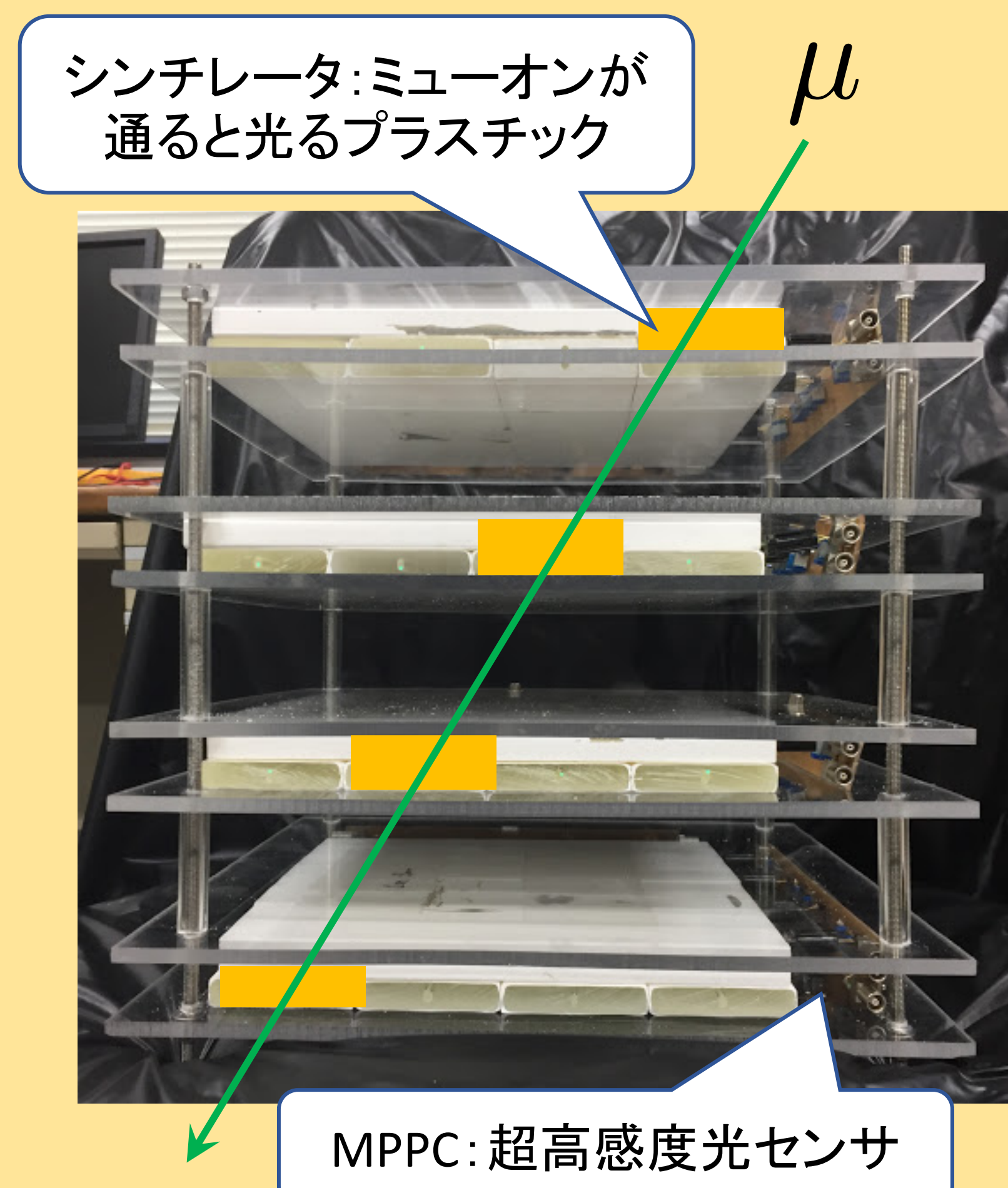
身近な素粒子“ミューオン”

身近な素粒子として、ミューオンがあります。日常生活で感じることはありませんが、ミューオンは大気上空で生成され、私たちの生活する地上にも大量に降り注いでいます。手のひらの面積には、平均して1秒間に1個のミューオンが降り注いでいます。



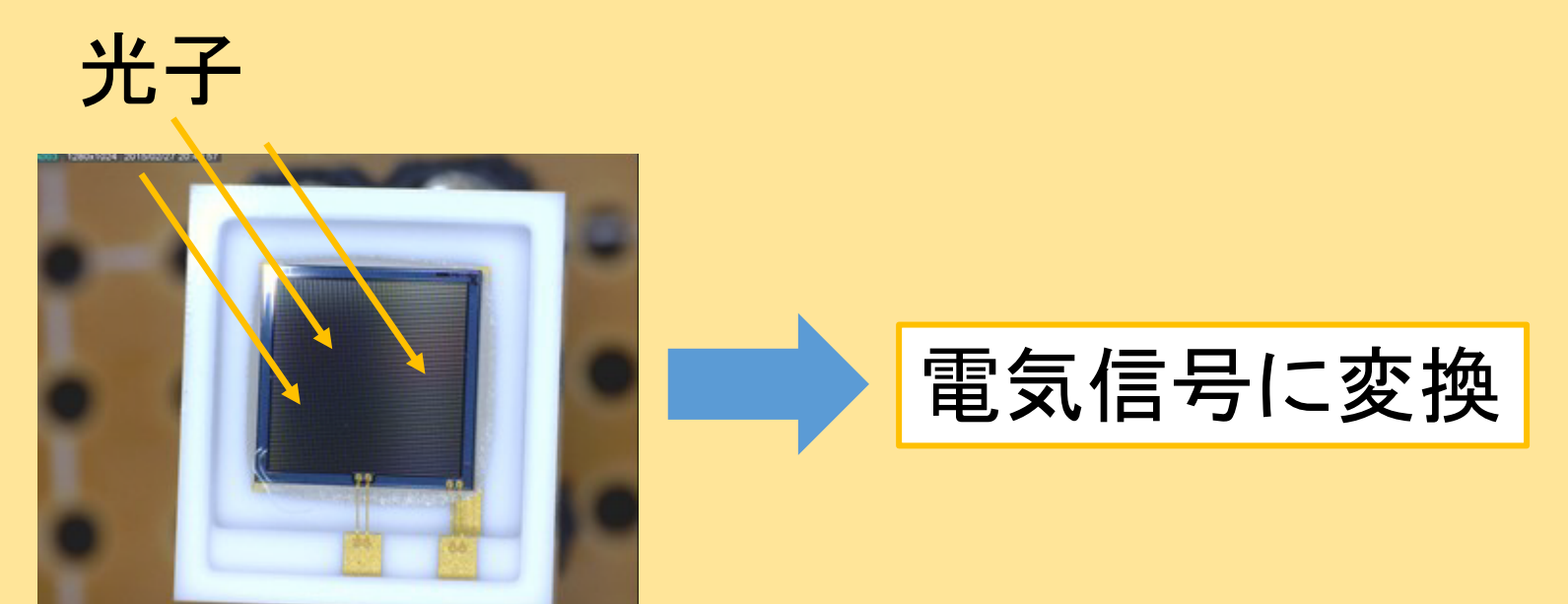
ミューオンを“見る”

人間の目は素粒子を見ることはできません。『検出器』を通してはじめて、私たちは素粒子を“見る”ことができます。ここではミューオントラッカーという検出器を使って、宇宙から降り注ぐミューオンの飛跡をご覧に入れます。

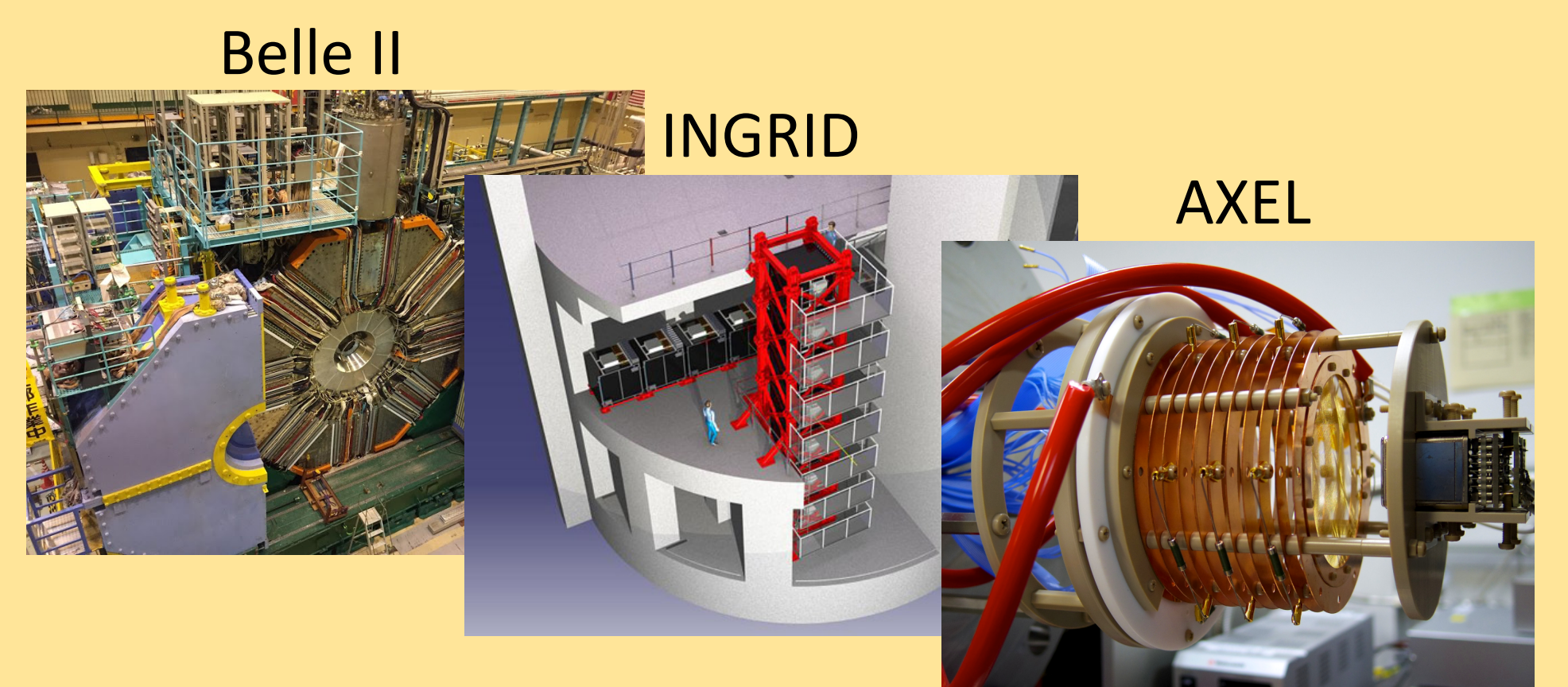


“ヒトツブ”の光を見る！？

ミューオントラッカーではMPPCという光検出器を使ってミューオンの発した光を電気信号に変換しています。MPPCは光1粒分の信号まで見ることのできる超高性能な光検出器です。MPPCは小型・安価であることなどの利便性から、最先端のあらゆる検出器で用いられています。



MPPCを使っている実験の例



AXEL実験は2枚目のポスターで紹介します！

ATLAS

どんな実験？

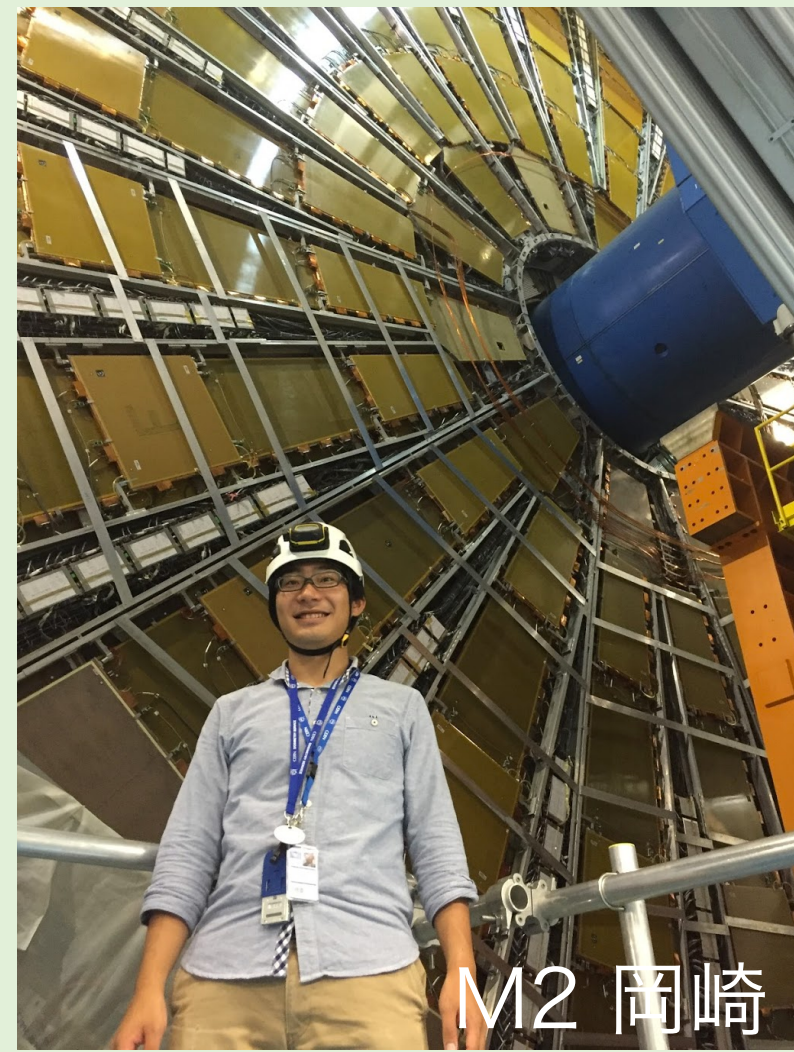
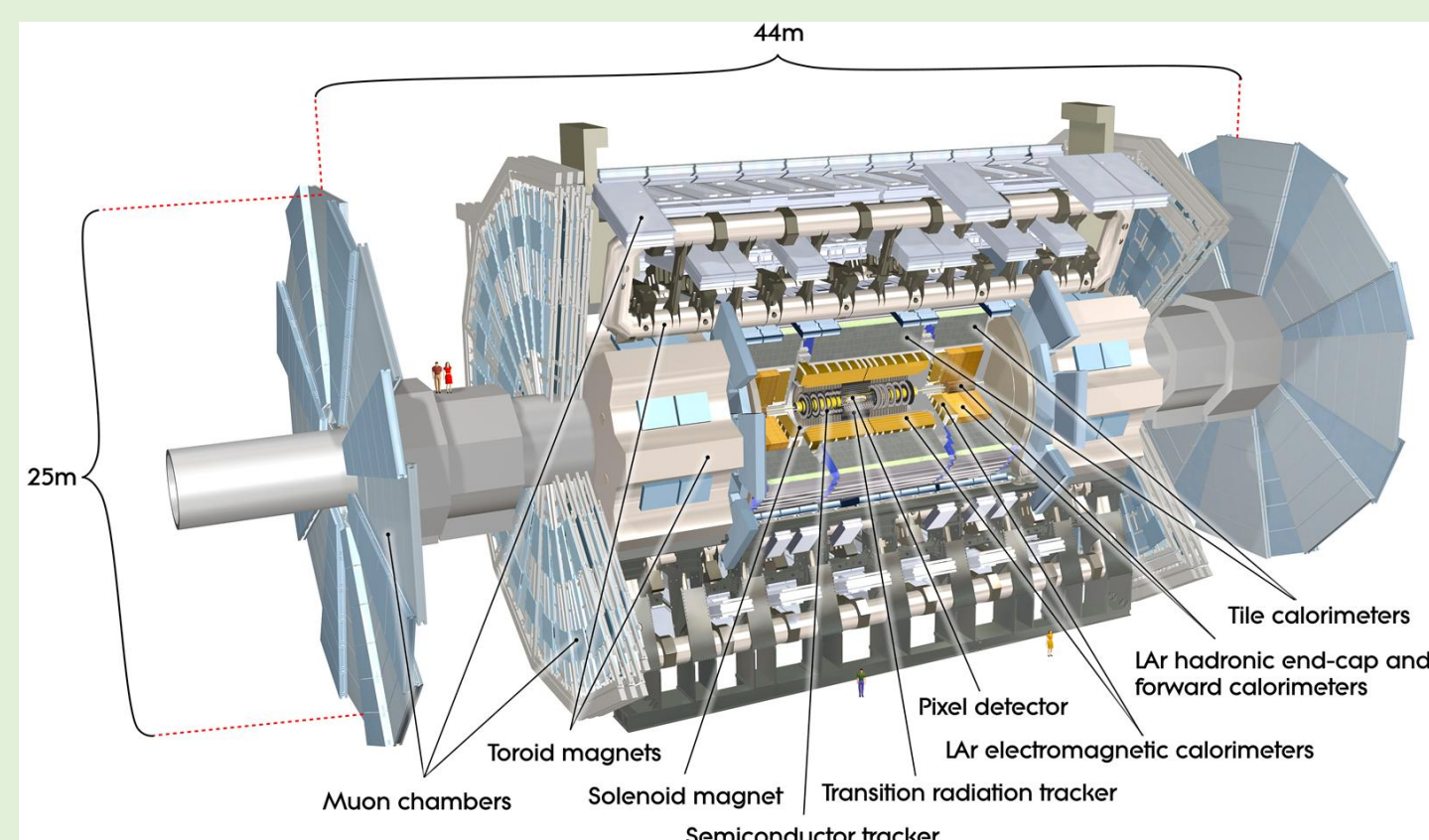
世界最高エネルギーの加速器、**Large Hadron Collider (LHC)** を使って陽子と陽子を衝突させる！

目的は？

高いエネルギーで陽子をぶつけると、**重い粒子を作**ることができる！
→ 今までに発見されていない粒子を探す
→ LHC でしか作れない粒子の性質を調べる

どうやって測る？

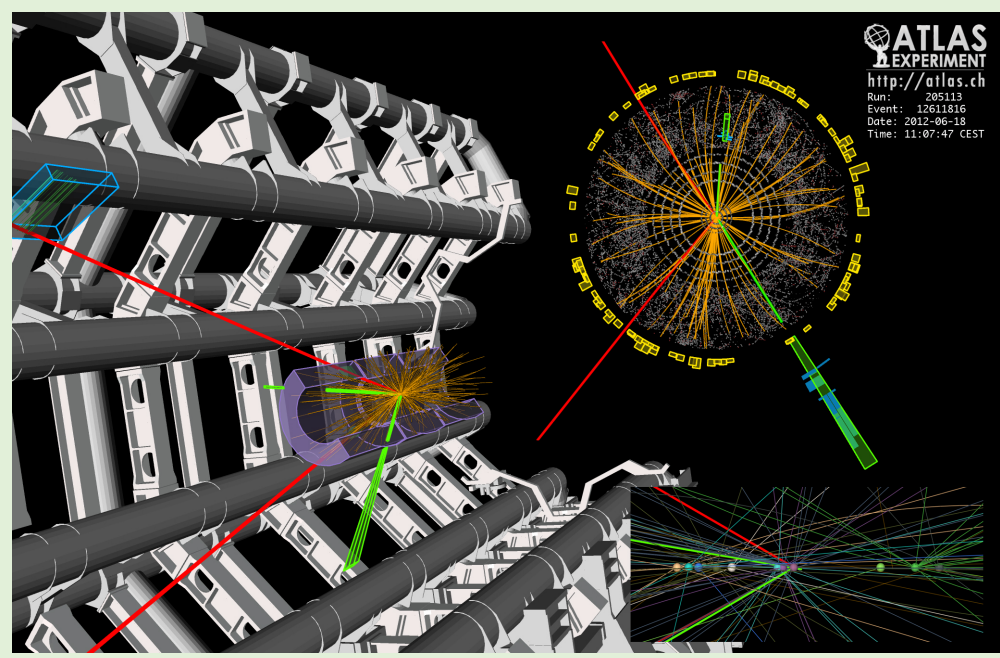
超大型検出器 **ATLAS** を使う！



粒子の方向・エネルギーを測るため、様々な検出器を組み合わせて、全方向を覆った巨大な検出器。
なんと全長 **44 m**、重さ約**7000 トン**！

高いエネルギーで真っ向勝負！

$$E = mc^2$$

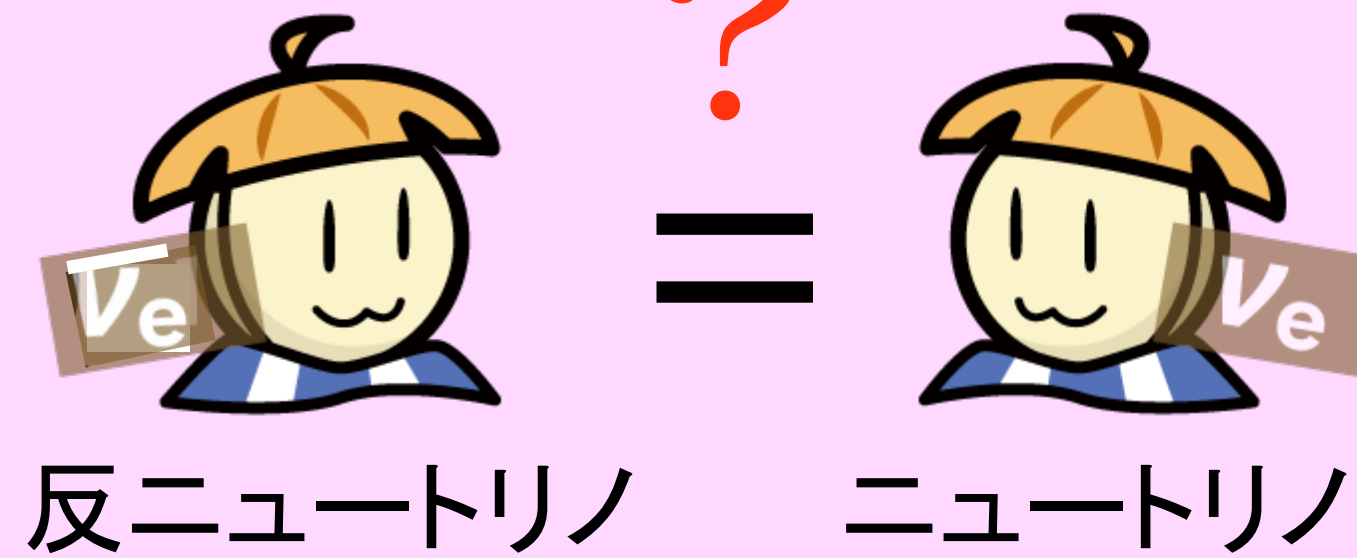


2012年に ヒッグス粒子を発見
2013年ノーベル賞を受賞！



AXEL

★ニュートリノはマヨラナか？



★もしマヨラナだと・・・

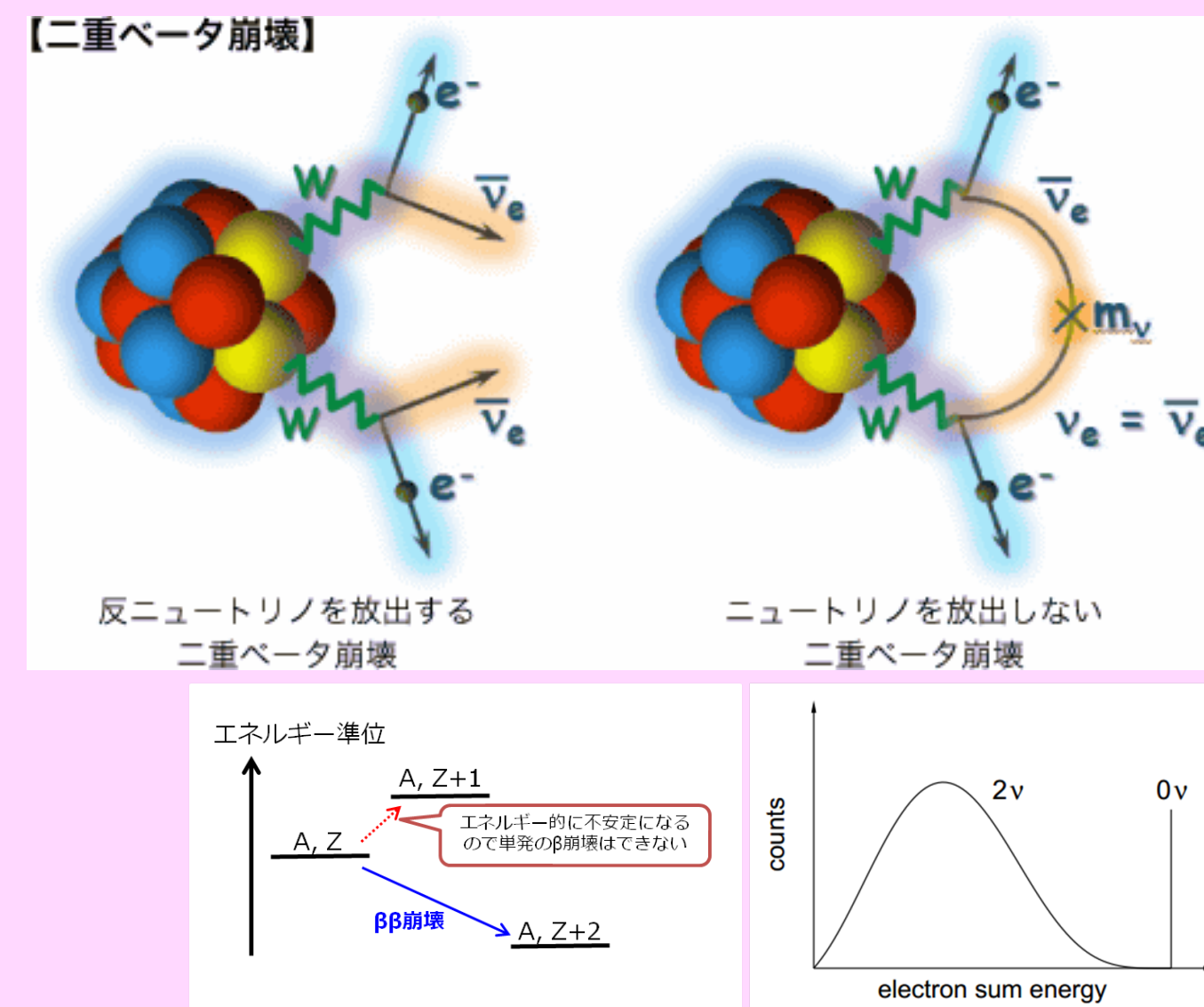
- ・ニュートリノがめっちゃ軽いことが説明できるシーソー機構(かも)
- ・めっちゃ重い右巻きニュートリノの崩壊で物質優性宇宙(かも)
- ・ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊が起きる(かも)

★二重ベータ崩壊

- ・寿命: $\sim 10^{26}$ 年以上

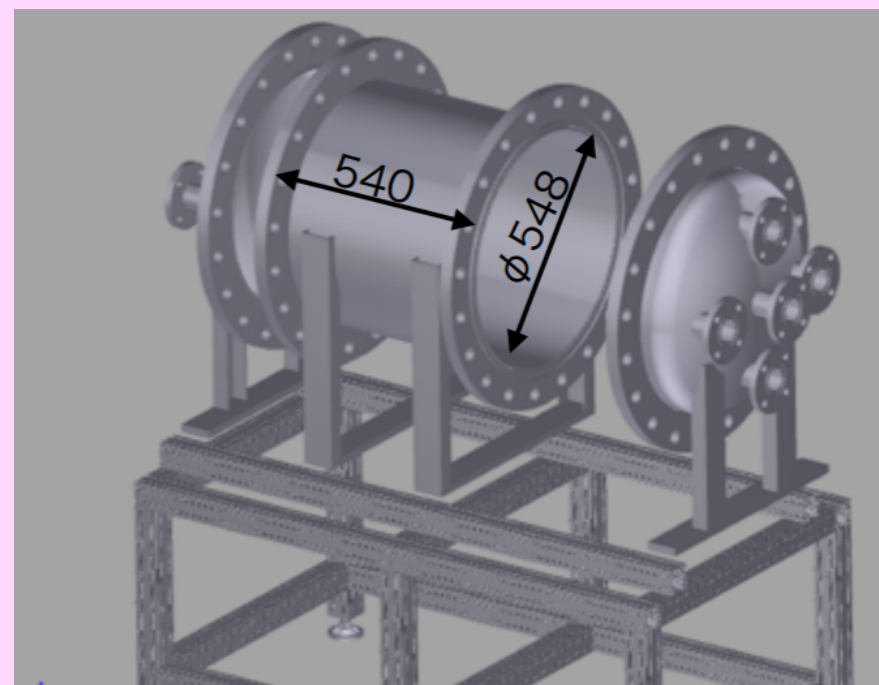
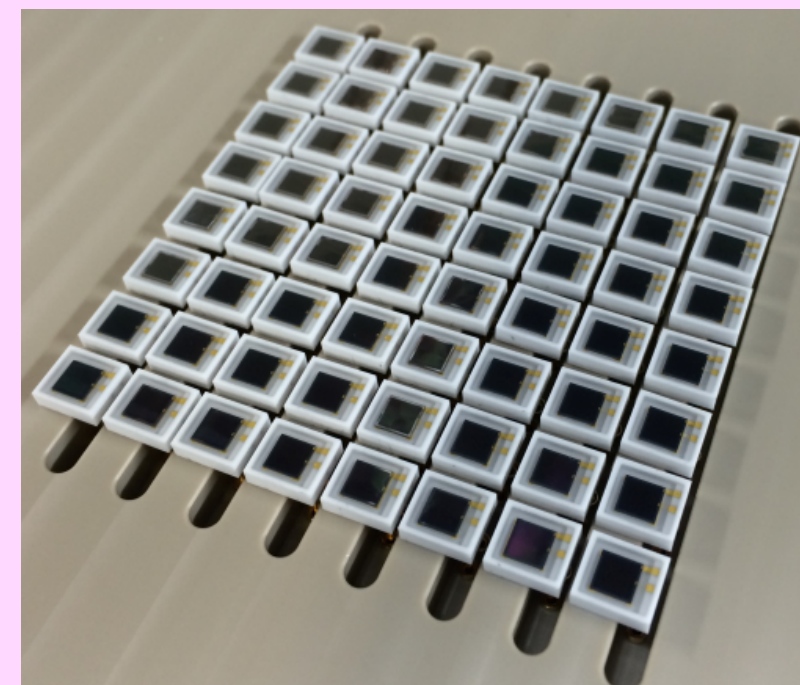
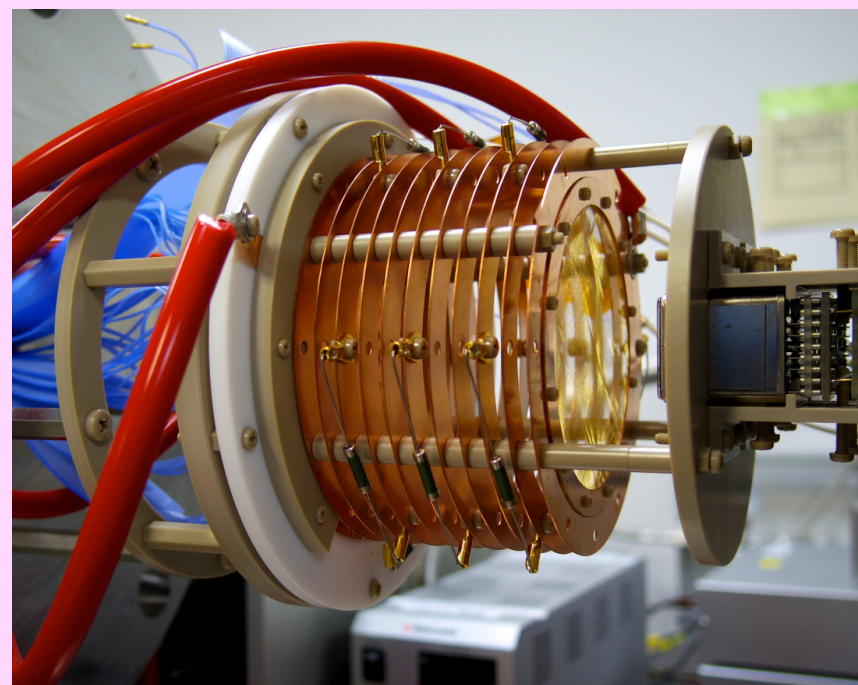
10²⁶年ってどれくらい？

- ・毎年紙を1枚重ね続けるとアンドロメダ銀河に届く
- ・毎年黄砂を地表に1粒落とし続けると地球が覆われる
- ・毎年砂を1粒積むと100kmくらいのピラミッドができる
- ・ちなみに宇宙年齢は1.38 × 10¹⁰年



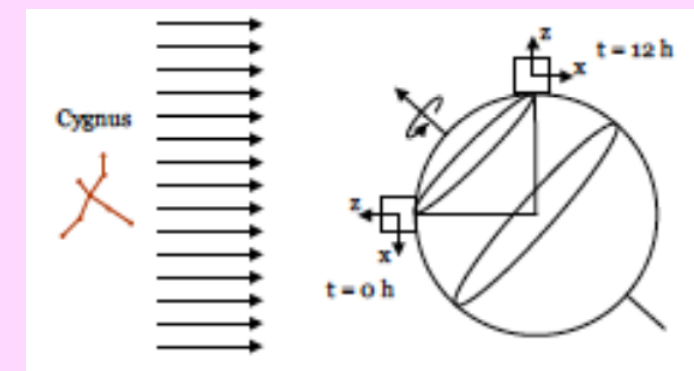
★研究室の取り組み

この崩壊を見つけるべく、
超高性能な検出器を開発しています

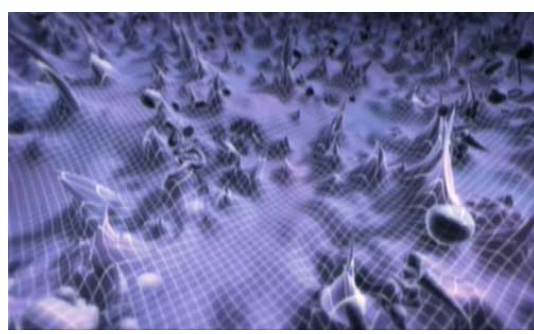


★暗黒物質？

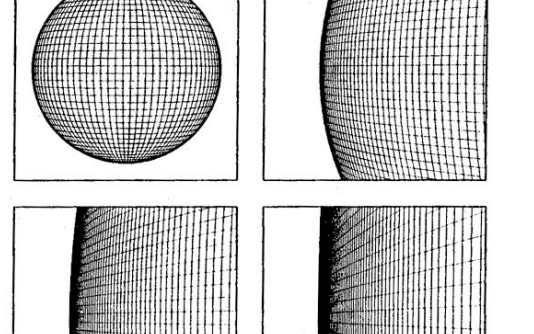
AXEL実験で暗黒物質も探せる可能性も



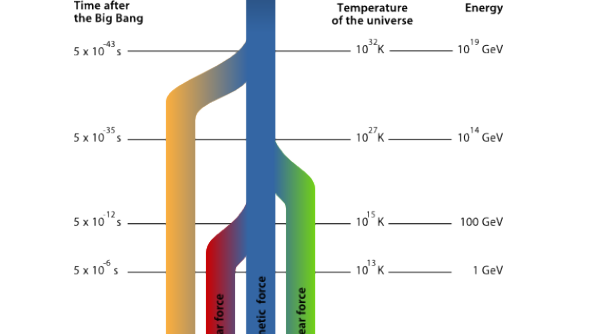
量子揺らぎ



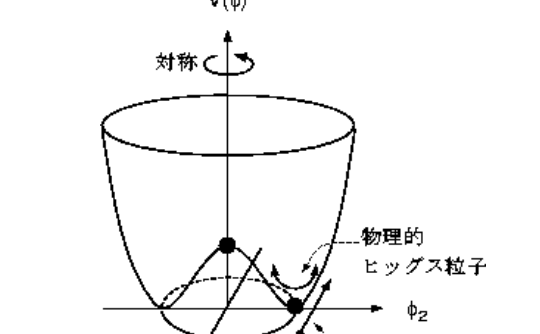
インフレーション



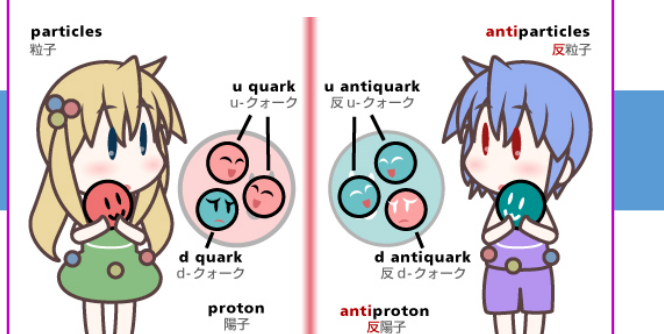
強い相互作用の分離



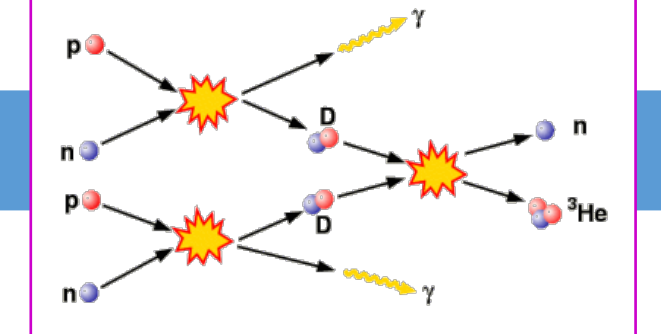
自発的対称性の破れ
(ヒッグス場の相転移・電弱分離)



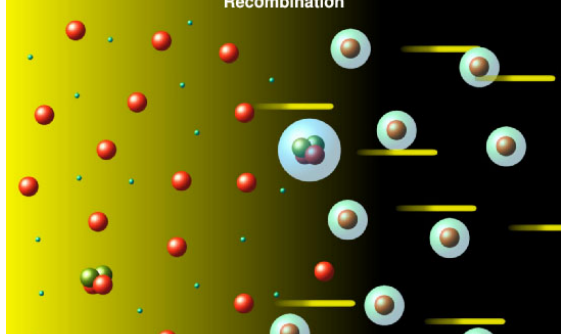
粒子反粒子対消滅



ビッグバン原子核合成



原子生成・CMB



構造形成



現在の宇宙



ヒッグス

マヨラナニュートリノ

暗黒物質

原始重力波

陽子崩壊

ニュートリノのCP位相

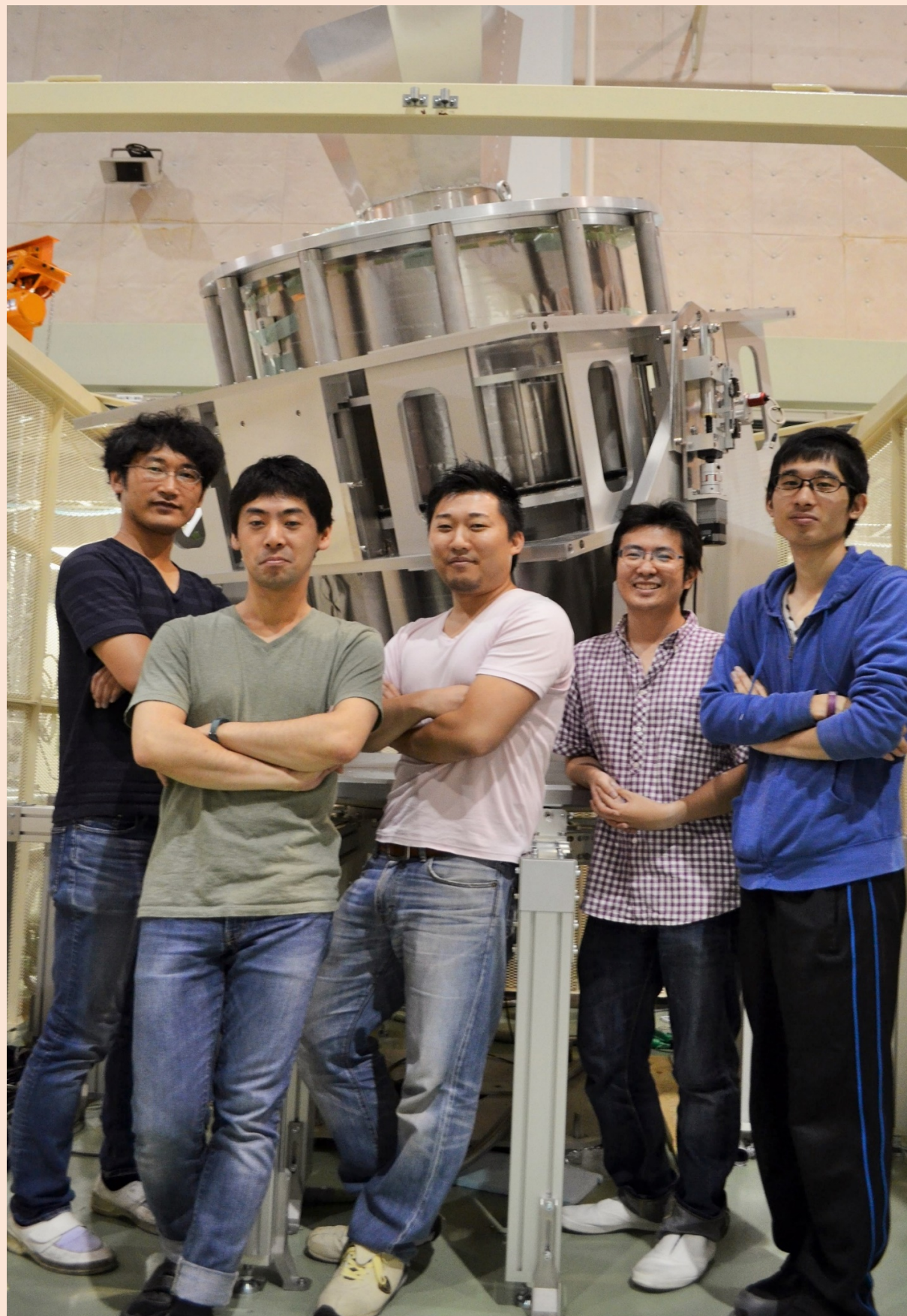
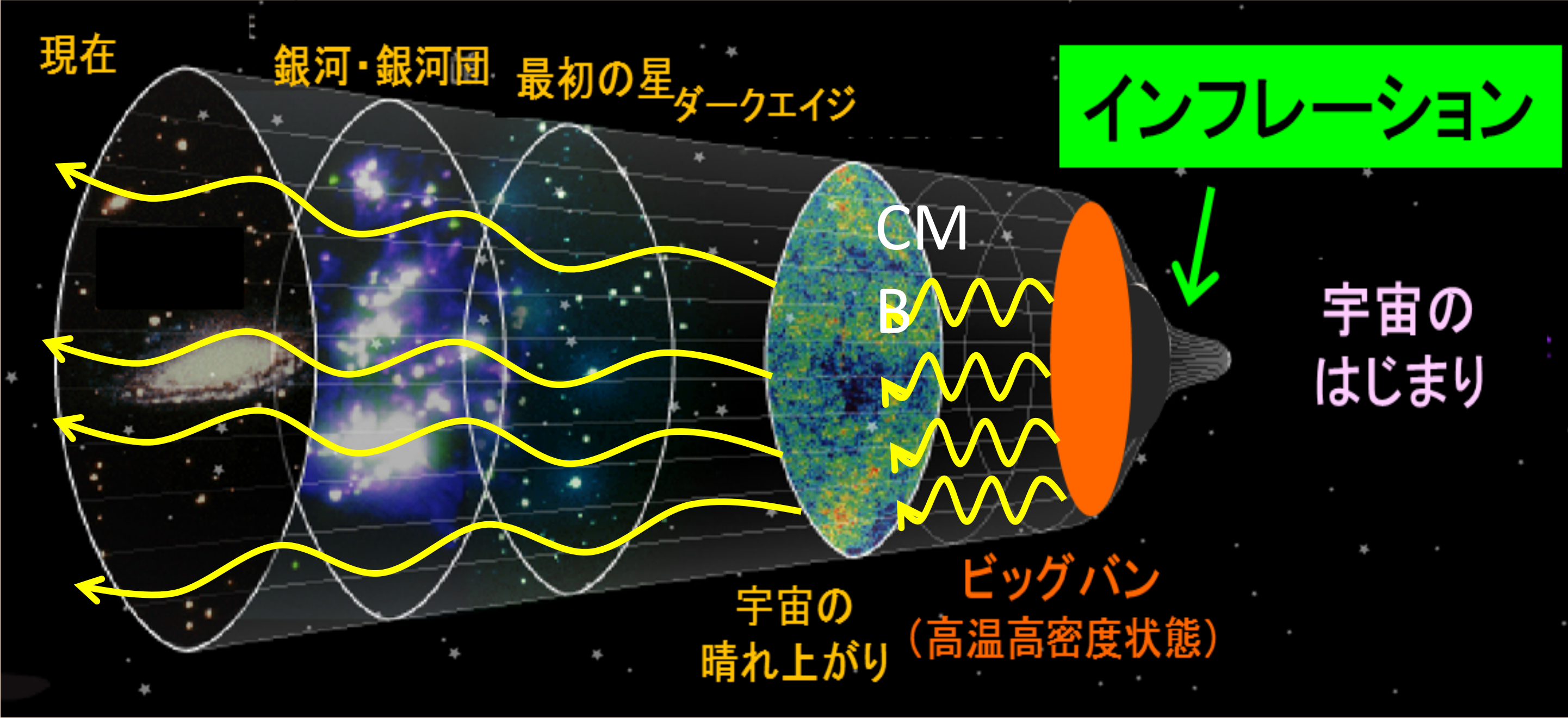
CMB

超新星爆発

CMB

CMB観測実験

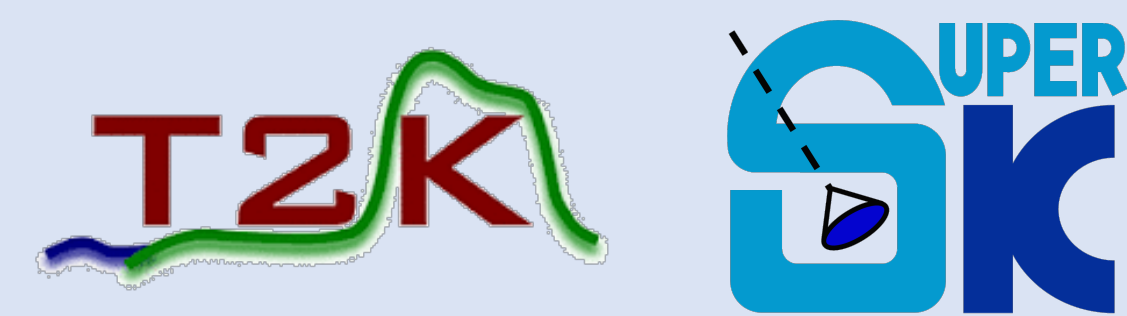
宇宙が生まれて約138億年
“宇宙最古の光”で宇宙創成の謎に迫る!!



インフレーションは
宇宙最古の光CMBに
渦巻きの偏光模様を残す

電波望遠鏡でCMBに潜む
最古の宇宙の痕跡を探ります
2018年からスペイン領
テネリフェ島で観測を開始！

T2K・SK



・ T2K実験って？

茨城県東海村の**J-PARC**で作られた
ニュートリノビームを岐阜県神岡町
にある**スーパーカミオカンデ**に打ち
込む実験

ニュートリノ振動を観測することで
物質と反物質の性質の違いを調べて
います。



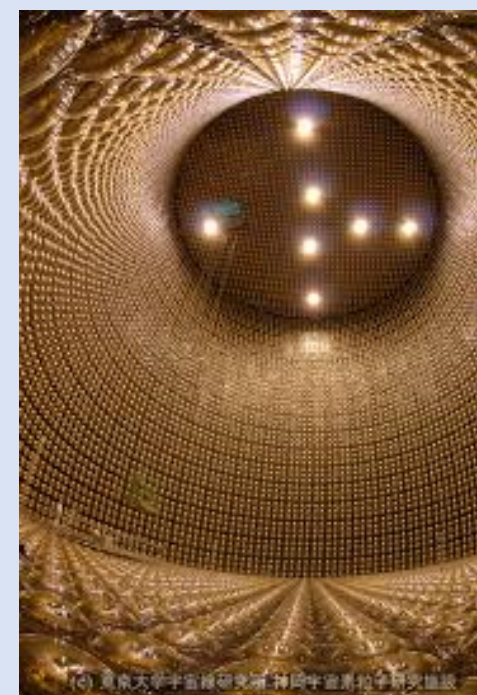
・ スーパーカミオカンデとは？

直径**41.4m**高さ**39.3m**のタンクに**50kton**の純水を入れた**巨大検出器**
J-PARCからのニュートリノ以外にも

- ・ 宇宙からの**天文ニュートリノ**
- ・ **大気ニュートリノ**
- ・ **陽子崩壊**

などを測定しています。

これらを調べることで宇宙の謎やまだ見ぬ新物理
の手がかりを得ることが期待されています。



スーパーカミオカンデの内部
右の検出器が約**1万1千**本取り
付けられています。



スーパーカミオカンデで使われて
いる直径約**50cm**の**世界最大！**
の光検出器

